

ICT 기반 교량 생애주기 관리시스템 개발

박경훈*, 선종완
한국건설기술연구원 구조융합연구소

Development of Bridge Life-Cycle Management System based on Information and Communication Technology

Kyung-Hoon Park*, Jong-Wan Sun

Structural Eng. Research Division, Korea Institute of Civil Eng. and Building Tech.

요약 교량은 지속적인 규모의 증가와 노후화의 확대로 인해 전산화된 관리 체계가 요구되었다. 국내의 교량관리시스템 (Bridge Management System; BMS) 개발 동향 및 기능의 비교, 고찰을 통해 생애주기 관리가 가능한 ICT (Information and Communication Technology) 기반 교량 관리 체계를 제안하였다. BMS는 인터넷과 모바일이 결합된 운영 체제에 GIS 기능과 객체 기반 정보 관리 체계를 바탕으로 개발되었다. BMS는 교량의 생애주기 동안 발생하는 모든 정보의 객체 기반 정보화를 수행하여, 생애주기 성능 변화와 소요 예산의 추정을 바탕으로 증장기 관리 전략과 단기 관리 계획의 수립을 지원한다. 실제 공용중인 교량 약 6천 개소에 대한 생애주기 관리 전략 수립을 통해 의사 결정 지원을 위한 유용한 지식 정보를 도출하였다. 전국의 모든 도로교량에 적용 가능하도록 개발된 BMS는 정확한 이력 관리를 통한 성능 유지, 합리적인 예산 관리를 통한 비용 절감, 현장 정보 수집의 편의성 및 신뢰성 증진을 위해 실제적, 실용적으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract The computerized management system for bridges is required due to the increased service life and number of bridges. This paper provides information and communication technology (ICT) - based bridge management system (BMS) to enable life cycle management through a comparative study with the development trend and function of domestic and foreign BMSs. BMS developed as an operation system combined an internet and mobile program, and was based on GIS technology and an object-based information management system. BMS supports the establishment of long-term strategies and short-term plans based on predicting the life-cycle performance profile and the necessary budget by object-based informatization for the whole life-cycle information of bridges. Useful knowledge information for supporting decision making was derived from the life-cycle management strategies establishment for approximately 6,000 existing bridges. BMS was developed to be applicable to all nationwide road bridges. In addition, it can be used practically to maintain the performance based on accurate maintenance result management, reducing cost by reasonable budget management, and enhancing the convenience and reliability of field data collection.

Keywords : Bridges, Life-Cycle Management, Bridge Management System, Information and Communication Technology, Geographic Information Systems

1. 서론

교량은 교통과 물류 흐름을 위한 도로망의 핵심 연결 고리로서 다른 사회기반시설물에 비해 구조적 복잡성과

사고발생시 과급력 등으로 인해 일찍부터 체계화된 관리 시스템이 존재하였다. 지속적인 교량의 규모 증가와 노후화의 확대로 인해 전산화된 관리체계가 요구되었으며, 정보통신기술(Information & Communication Technology;

본 논문은 국토교통부의 지원으로 수행되었음.

*Corresponding Author : Kyung-Hoon Park(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)

Tel: +82-31-910-0565 email: paul@kict.re.kr

Received September 12, 2016

Accepted October 7, 2016

Revised October 6, 2016

Published October 31, 2016

ICT)의 발전과 함께 다양한 기술적 적용과 개선이 이루어져왔다. 국내의 전산화된 교량관리시스템(Bridge Management System; BMS)은 이미 1990년대 중반의 각종 시설물 붕괴사고로 인해 도입되었으나, 컴퓨터의 기능, 활용성 등의 부족으로 효과적인 도입과 활용이 이루어지지 못하였다. 2000년대 들어와 ICT의 발달로 보다 개선된 전산시스템이 개발되었으나, 대부분 정보의 축적과 흐름 관점에 치우쳐 왔다. 따라서 교량 정보의 체계적 관리 및 분석을 통해 전(全) 생애 동안의 유지관리 전략, 계획 등 관리주체의 정책 수립과 시행을 지원하고자 하는 BMS의 기본적인 목적에 부합하지 못하고 있었다.

시설물의 노후화가 이미 사회문제로 대두되고 있는 선진국에서는 눈앞의 단기적인 유지보수뿐만 아니라 국가적인 차원에서의 중장기적인 관리에 대한 필요성을 인식하고 생애주기 동안의 예산과 성능변화를 고려한 자산 관리 개념의 접근을 시도하고 있다[1], [2]. 단순한 유지 관리 관련 목록(inventory)의 입력에서부터 상세구조정보, 성능 및 비용 정보에 이르기까지 다양한 정보를 데이터베이스화하여 구축하고, 이러한 정보에 기반하여 성능 열화 및 향상 모델, 비용모델 등이 개발되고 있다. 입력 정보 및 예측 모델을 활용하여 적정예산, 목표관리수준 등을 고려한 최적 의사결정 대안을 제공하는 수준까지 발전하고 있다. 또한 발전된 ICT 도입을 통해 효율성과 합리성을 증진하고자 하는 노력이 병행되고 있다[3].

국내에서도 노후 시설물의 증가와 함께 자산관리에 대한 연구[4]와 생애주기를 고려한 관리체계에 대한 연구[5]가 진행되어 왔다. 또한 3차원모델기반 정보관리와 빅데이터(big data) 분석을 통한 의사결정 지원에 대한 기초적인 연구가 진행되고 있다[6], [7]. 하지만 대부분 개념적이며 일부 특정 교량에 국한되어 방법론을 제안하는데 그치고 있다. 본 연구에서는 일반적인 모든 교량형식을 대상으로 유지관리 정보의 관리와 장단기 관리전략의 분석을 위한 GIS, 웹(web) 및 모바일 등 첨단 ICT의 접목으로 효율성과 합리성이 전제되고 실적용성이 확보될 수 있는 BMS를 개발하고자 하였다.

2. 교량의 생애주기 관리

2.1 교량관리시스템

최근의 교량관리시스템 현황조사 결과[3]를 분석하면

전산화된 BMS에서 기본적으로 요구되는 정보 및 기능들은 Table 1, 2와 같이 나타낼 수 있다. 초기의 BMS는 과거 이력에 기반하여 현재시점의 유지관리 계획을 수립하는 것에 집중하였으나, 최근에는 비용 및 성능 예측모델을 이용한 생애주기비용 분석을 통해 장래의 보수보강 비용 추세 분석, 예산의 증감에 따른 성능 변화 분석 등이 가능하도록 발전되고 있다.

Table 1. Information to be managed by BMS

Classification	Data properties
Collection of inspection data and	Condition, Load carrying capacity, Safety, Risk
Cost information	Inspection cost, Intervention cost, Traffic delay cost, Accident Cost, Environmental cost
Intervention information	Element level, Structure level, Multiple structures level
Prediction information	Deterioration model, Effects of intervention, Improvement, Optimal intervention strategies, Work program
Information use	Budget preparation, Setting of performance standards, Matching funding sources

Table 2. Main function of the latest BMS

Function	Detail Features
Information management	Bridge information management
	Inspection and diagnosis data management
	Maintenance and rehabilitation data management
Prediction models	Assessment model of performance changes
	Estimation model of maintenance costs
Member and project level management	Life-cycle cost analysis
Network level management	Priority assessment considering condition state, remaining life, etc.
	Risk assessment

2.2 교량 생애주기관리 개념

예방적 유지관리의 핵심은 예방적 조치, 빈번한 점검 및 즉각적인 조치, 정확한 이력 데이터의 확보에 있다. BMS는 이러한 예방적 관리가 가능하도록 축적된 자료의 분석에 의한 유지관리 대안 제시, 조치에 따른 결과의 피드백이 가능한 순환적 체계를 지원하여야 한다(Fig. 1). 이러한 BMS의 기능과 효과를 구현하고 도출하기 위해서는 생애주기 동안의 비용과 성능 변화를 추정하기

위한 모델과 두 조건의 관계를 고려한 최적 의사결정 방법이 요구된다.

Fig. 2(a)와 같이 교량의 생애주기 동안 발생하는 모든 직·간접 비용항목들을 고려한 비용모델의 구축과, Fig. 2(b)와 같이 교량의 성능을 대변할 수 있는 열화모델과 유지관리 조치 및 시기에 따른 성능변화모델이 요구된다. Fig. 2에 나타난 생애주기관리와 관련된 항목들에 대하여 교량을 구성하는 객체(부재) 수준에서 비용모델과 성능모델은 상호 연관성을 고려하여 Fig. 3과 같이 개별 한계조건에 따라 적절한 맞춤형 관리수준을 도출하게 된다.

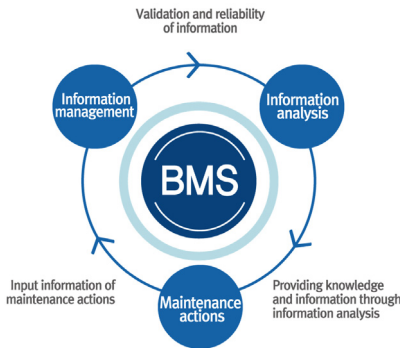


Fig. 1. Cyclic management system of bridges

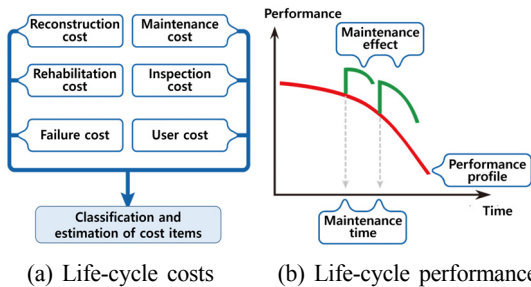


Fig. 2. Life-cycle costs and performance

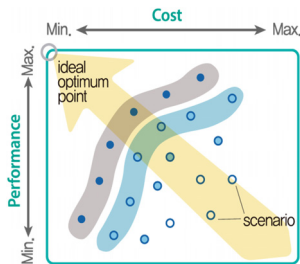


Fig. 3. Concept of optimal decision making

2.3 교량 객체기반 정보관리 체계

초기 건설단계에서의 정보들은 변동성이 매우 작고, 전문가의 일회성 검증을 통해 신뢰도를 확보할 수 있다. 하지만 유지관리단계에서 시간의존적인 정보들(점검진단, 보수보강 정보 등)은 현장의 불확실성, 전문가의 부재 등으로 인해 정보를 일일이 검증하는 것에 한계가 있다. 따라서 입력된 정보를 지속적이고 안정적이며 체계적으로 관리하기 위해서는 초기 입력 자체를 부재별 객체화된 정보 형태로 받아들여야 하며, 연관된 결함, 열화, 손상과 이에 따른 유지관리조치 또한 해당 부재기반으로 연계되어 관리되어야 한다. 일반적인 교량은 Fig. 4와 같이 바닥판, 주형, 2차부재(가로보/세로보), 교대/교각, 기초, 받침, 신축이음, 포장, 배수관, 난간/연석 등 약 10여개의 대표적인 부재로 정형화하여 관리할 수 있다.

부재 기반의 입력, 분석된 정보들은 각 부재별 가중치를 고려하여 개별 교량수준(project level)으로 취합되며, 개별 교량들은 필요한 수준의 특정 교량 그룹(network level)으로 엮여 다양한 의사결정을 위한 지식정보를 제공하게 된다.

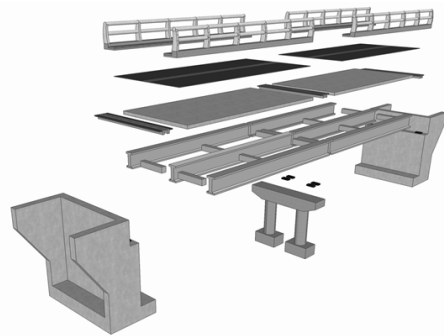


Fig. 4. Members that make up the bridge

3. 교량관리시스템

3.1 시스템 개발환경

BMS는 자바(Java)를 이용해 개발된 웹(Web)기반 시스템으로 전반적인 개발환경은 Table 3과 같다. 데이터베이스 관리 프로그램은 Oracle을, 서비스를 위한 WEB/WAS는 WebtoB/JEUS를 사용하였다. 또한 보고서 작성을 지원하기 위하여 Report Designer를 사용하였으며, 웹서비스를 통해 스마트폰 현장조사 프로그램과

연계된다. GIS는 오픈 API를 도입하였는데, 그 중 Web 시스템은 다음, 네이버 API를, Mobile은 구글 API 이용하였다. Fig. 5는 BMS 데이터베이스의 논리적 구성을 나타내고 있다.

Table 3. Development environment of BMS

Classification	Used program or tools	Version
Development OS	Windows 7 and 10	
DB	Oracle	11g
Reporting tool	Report Designer	5.0
Supported Browser	Internet Explorer	10
Language	JAVA	1.6
Development Tool	Eclipse	4.2
Server Operation	WebTob/Jeus	
Framework	Spring + iBatis	
GIS API	Daum, Naver(Web), and Google(Mobile) Map API	

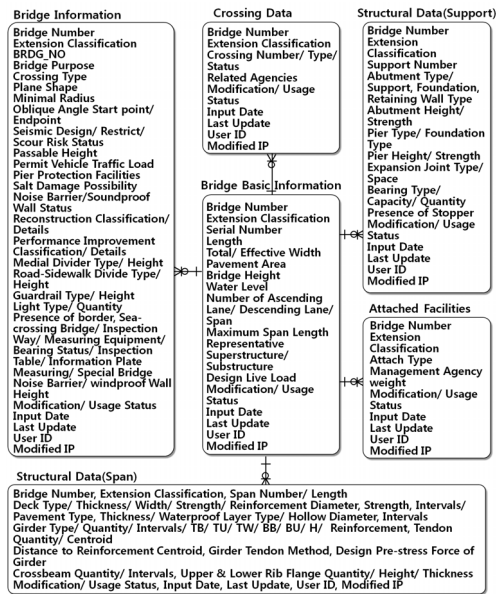


Fig. 5. Logical database configuration of BMS

3.2 시스템 구성

하드웨어 측면에서 BMS는 사용자들이 접속하여 정보를 관리하고 조회하는 WEB서버, 비용 및 성능 모델을 갱신하고 교량의 목표관리수준 분석, 유지관리전략

분석, 사업우선순위 선정, 유지관리계획 수립, 예산 및 배분 안 수립, 통계를 분석하는 APP서버, WEB서버로 들어온 사용자 요구를 APP서버에 전달해 사용자가 필요한 정보형태로 구성하는 WAS서버와 자료를 통합 저장하는 스토리지로 구성되어 있다. 소프트웨어적으로는 비용모델개발, 성능모델개발, 전략수립 등 분석에 사용되는 C/S(Client/Server) 프로그램과 분석결과 및 제한 등을 관리하는 Web 프로그램, 모바일 현장조사 프로그램으로 구성되어 있다.

Fig. 6은 BMS의 구성도를 개략적으로 나타내고 있다. 기본적인 현황정보의 입력기능과 관련시스템과의 연계를 통해 수집되는 정보(교통량, 주소 등) 등이 데이터베이스에 객체화되어 저장된다. 또한 C/S 프로그램과 DB를 통해 수집된 정보의 검증, 비용 및 성능모델 개발, 전략 수립 등을 수행하며, GIS 연산을 통해 교통량 구간에 포함된 교량 정의, 교량위치에 따른 법정동 연계 등의 정보갱신을 수행한다.

Web 프로그램을 통해서 교량 정보 조회 및 관리, 비용 및 성능 모델, 현황통계, 분석결과 등을 조회할 수 있다. 한편 정기점검의 효율성과 신뢰성을 증진시키기 위하여 BMS와 실시간으로 연계된 교량 현장조사 프로그램을 활용한 점검체계를 구축하고[8], 조사대상 교량 정보와 각 대상교량별로 존재하는 손상조사정보, 사진정보를 현장에서 입력하고 관리할 수 있다.

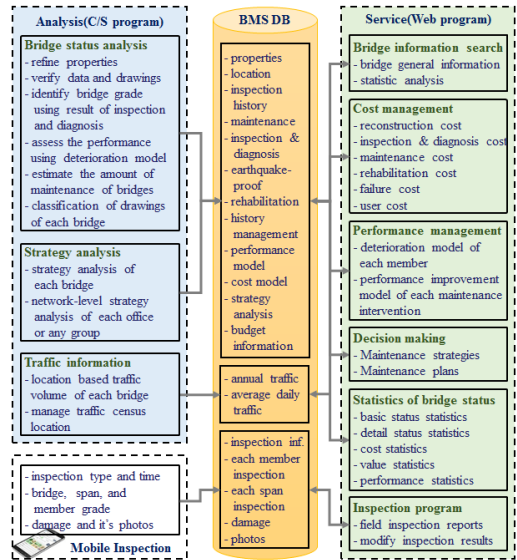


Fig. 6. System configuration of BMS

3.3 교량 대표부재에 기초한 정보관리

BMS에서는 부재기반 정보관리를 위하여 교량을 구성하고 있는 부재를 Table 4와 같이 총 10개의 대표부재와 세부대표부재 81개로 객체화하여 정의하였다. 또한 부재와 연계해 대표적인 손상유형 총 818가지를 정의하였으며, 각 손상 유형에 대한 대표 보수보강공법은 총 1,750가지를 고려하였다. 교량의 구성부재에 기초하여 정의된 손상 및 보수보강공법, 생애주기 동안 부재별 상태열화 예측 모델, 상태열화에 따른 보수보강비용 추정 모델, 조치 후 상태향상 예측 모델을 Fig. 7과 같이 연계함으로써 교량의 성능과 비용을 고려한 의사결정 결과 도출이 가능하도록 하였다.

Table 4. Damage types and maintenance methods connected with commonly recognized members

Members	Detail members	Damage types	Maintenance methods
Slab	10	116	397
Girder	9	120	370
Cross beam	5	37	88
Abut./Pier	6	52	122
Foundation	6	58	58
bearing	12	78	152
Expansion joint	21	281	421
Pavement	3	18	34
Drainage	1	8	19
Railings/curb	8	50	89
Total	81	818	1,750

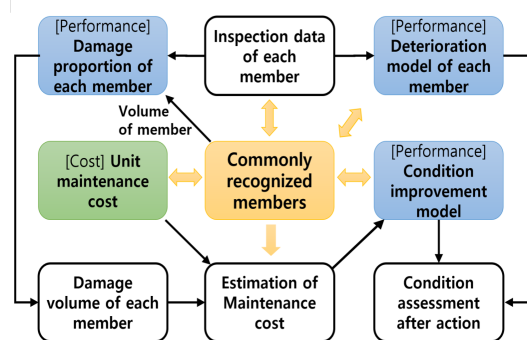


Fig. 7. Cost and performance prediction model connected with commonly recognized members

3.4 시스템의 기능

BMS의 주요기능은 Table 5와 같다. 관리 대상 교량의 현황정보와 점검·진단정보, 위치정보와 교통량정보, 현장조사 프로그램과의 연계정보 등이 포함된 기본적인 정보관리기능이 있으며, 기본정보를 바탕으로 다양한 현황통계 정보를 제공한다. 개발된 생애주기 비용과 성능 모델을 바탕으로 다양한 비용 산출이 가능하며, 교량 상태의 열화, 보수보강으로 인한 상태향상 등의 추정이 가능하다. 또한 비용과 성능의 제약에 따른 다양한 성능관리수준과 소요예산의 추정이 가능하며, 관리주체의 장단기 유지관리 전략 및 계획 수립을 지원한다. 발생하는 모든 자료의 관리와 시스템 관리자의 편의성을 위한 기능 등이 존재한다.

인터넷 기반의 BMS는 Fig. 8과 같이 GIS를 활용한 위치정보 관리기능이 있어 교량의 위치정보와 현재 공용 중인 교량의 위치좌표를 활용하여 변화되는 주소정보, 교통량정보 등을 용이하게 반영할 수 있다. 또한 현재 상태등급의 전체적인 분포를 시각적으로 파악하는 것이 가능하며, 스마트폰을 활용한 현장조사 프로그램[8]과 연계되어 현장조사 결과를 의사결정에 즉각적으로 활용할 수 있다. Fig. 9는 교량을 구성하고 있는 부재별 상태등급과 해당 부재의 현재 상황을 파악할 수 있는 BMS 기능을 보여주고 있다.

Table 5. Main functions of BMS

Classification	Function
Management of basic information	Status Information of bridges, field inspection data, ordering documents, rehabilitation, location information etc.
Statistics of bridge status	Basic and detail statistics of status, cost, value, and performance
Cost estimation	Reconstruction cost, maintenance cost, rehabilitation cost, inspection and diagnosis cost, failure cost, and user cost
Performance Assessment	Condition deterioration model, assessment model of condition deterioration, and condition improvement model
Strategy Analysis	Reference of life-cycle management strategy of each year, network level, and bridge
Budget Management	Status of budget requirement and allocation, Cost of basic research and design, detail design, equipment, and supervision

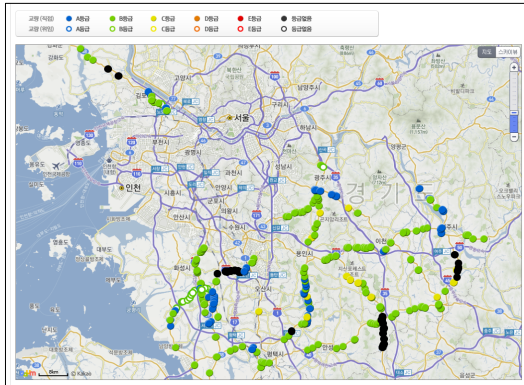


Fig. 8. GIS based bridge location management



Fig. 9. Identify current status of bridge through mobile inspection Application

4. 교량 생애주기분석 사례

4.1 생애주기관리를 위한 분석절차

BMS를 이용한 유지관리 전략을 수립하기 위한 모든 분석은 부재별 분석 결과의 조합으로 구성된다. 기존 점검결과로부터 부재별 초기 상태를 추정하고, 목표성능관리수준에 따라 생성된 다양한 관리 시나리오(scenario)에 따라 부재별로 구성된 상태 열화 및 향상 모델, 부재 및 상태별로 정의된 보수보강비용 모델을 이용해 미래의 상태 및 비용을 예측한다. 다수의 관리시나리오 중 생애주기비용 측면에서 최적의 시나리오를 선정하는 방식으로 최적화를 수행한다. 그 결과 선택된 최적전략의 부재별 생애주기 성능 및 비용 예측 결과는 교량(프로젝트) 수준, 다시 네트워크수준으로 순차적으로 취합하는 방식

으로 교량 네트워크의 목표관리수준에 따른 장기 전략을 수립하였다. 그 후 예산 및 성능 제약에 따라 연차별 조치대상을 조정하며 생애주기비용의 증가가 최소가 되는 전략을 선정하는 방식으로 중기 전략을 수립하였다. 앞서 설명한 정보 분석 절차와 방법을 도식화하면 Fig 10 및 Table 6과 같다.

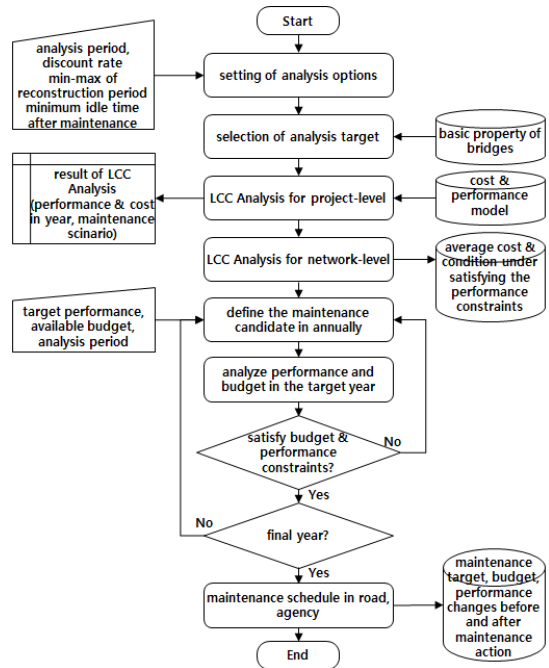


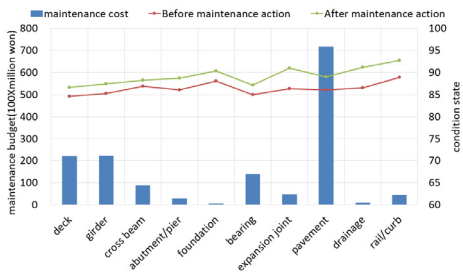
Fig. 10. Process of maintenance strategy analysis

Table 6. Method of maintenance strategy analysis

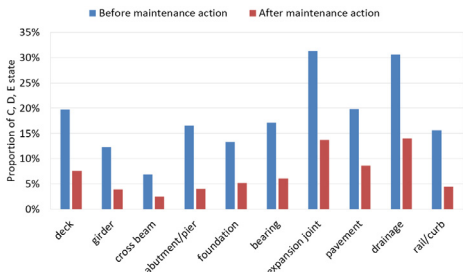
Level	Contents	Method
Long-term strategy analysis		
Element& Project Level	- selecting the LCC -effective maintenance scenario under satisfying performance constraints - estimating the performance and life-cycle cost of elements & projects	Genetic algorithm
Network Level	- generate maintenance scenario of network level under satisfying performance constraints - estimate average cost & condition of network level	Multi-level estimation (element→project→network)
Mid-term strategy analysis		
Network Level	- generate the Life-cycle cost effective maintenance scenario, which is satisfied with predefined performance and budget in every year	Heuristic algorithm

4.2 유지관리 전략 분석사례

제안된 절차와 방법에 따라 약 6천여 개 교량의 생애 주기를 고려한 유지관리 전략분석을 통해 도출된 다양한 결과 중 전형적인 몇 가지 사례를 제시하였다. Fig. 11과 같이 Table 5에서 제시한 대표부재별로 투입될 유지관리 비용과 조치 전후 평균상태의 변화를 추정할 수 있으며(Fig. 11(a)), 등급별 구성 비율을 추정할 수 있다(Fig. 11(b)). 이러한 분석은 관리대상 교량 전체에 걸쳐 개별 교량별로 도출된다. 이러한 결과들은 현재시점뿐만 아니라 생애주기 동안의 추정이 가능하며, Fig. 12와 같이 부재수준의 결과가 개별 교량수준으로 취합되어 성능과 비용을 도출할 수 있다. Fig. 12(a)는 시간에 따른 성능변화를 유지관리전략 수준(예방적관리, 사후관리 등)에 따라 추정한 결과를 나타내고 있으며, Fig. 12(b)는 각 전략의 연차별 및 누적 비용을 보여주고 있다. 부재수준 및 교량수준의 결과들은 최종적으로 특정 교량 군(群)으로 취합되어 다양한 지식정보를 제공하게 된다. Fig. 13(a)는 성능관련 인자를 통해 시계열에 따른 상태등급구성 비율의 변화, 유지관리 조치 전·후의 평균상태점수 변화를 나타내고 있으며, Fig. 13(b)는 시간에 따른 비용항목별 예산 변화 예측 결과를 보여주고 있다.

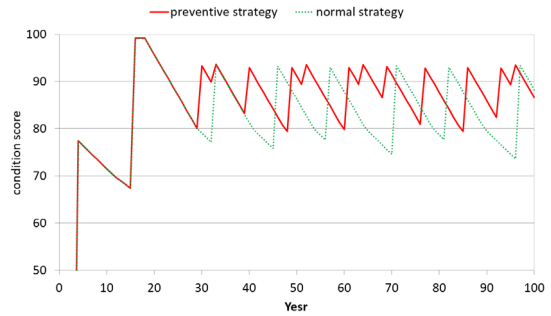


(a) Maintenance cost of member level and condition score before and after maintenance action

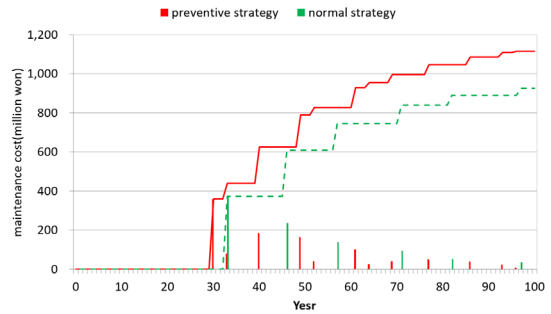


(b) Proportion of condition state C, D, E before and after maintenance action

Fig. 11. Member-level analysis results

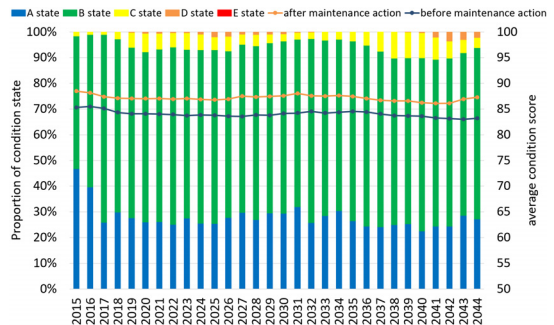


(a) Condition score according to maintenance strategy

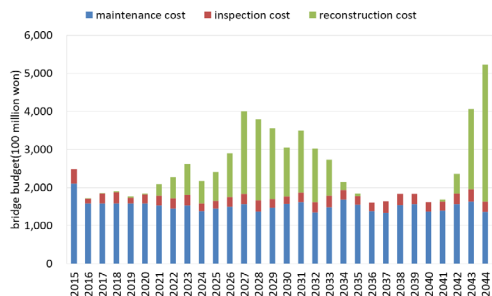


(b) Maintenance cost according to maintenance strategy

Fig. 12. Project-level analysis sample results



(a) Proportion of condition state by time series



(b) Maintenance budget by time series

Fig. 13. Network-level analysis sample results

5. 결론

국내의 교량관리시스템(BMS) 개발 동향 및 기능의 비교, 고찰을 통해 국내 교량에 적합한 생애주기관리가 가능한 ICT 기반 BMS를 개발하였다. 본 연구를 통해 도출된 결론은 다음과 같다.

교량의 생애주기 상태 및 비용에 기초하여 최적화된 보수 및 예산 관리, 예방적관리 기능을 갖춘 새로운 교량 관리체계를 제안하였다. 교량을 구성하는 대표부재에 기초하여 수집된 정보를 활용해 성능과 비용 산정을 위한 모델을 개발하여 적용하였다. 또한 객체(부재)기반 입력, 가공된 정보들을 활용하여 부재수준에 기초한 분석을 수행하고 교량수준 및 네트워크수준으로 연계, 조합하는 과정 등에 관한 분석 절차 및 방법을 제시하였다.

제안된 방법론을 적용하여 인터넷과 모바일이 결합된 운영체계에 GIS 기능과 객체기반 정보관리 체계를 도입하여 BMS의 개발을 수행하였다. 지금까지 개념적으로 제안되던 방법 및 기능들을 ICT를 활용하여 구현함으로써 시스템의 활용성, 정보관리의 효율성, 신뢰성을 증진시켰다.

교량 생애주기 동안 발생하는 모든 정보를 객체기반 속성정보로 저장하여 정보 관리와 분석이 용이하도록 하였다. 유지관리조치 전·후 및 생애주기 동안의 정량적 성능변화 추정, 적정예산 산정 등 지금까지 불가능했던 부재, 개별교량(프로젝트), 네트워크 수준의 대표적인 분석 결과를 제시하여 시스템의 적용성을 검증하였다.

개발된 BMS는 지금까지의 교량관리체계의 한계를 극복하고 구체적이며 실제적인 교량 관리 의사결정이 가능하며, 교량 관리주체의 실제 유지관리 업무에 효과적으로 적용될 수 있을 것으로 판단된다.

References

- [1] American Association of State Highway and Transportation (AASHTO), *Transportation Asset Management Guide; A Focus on Implementation*, 2011.
- [2] Transportation Research Board (TRB), *Asset management for a durable infrastructure*, TR News, no. 270, 2010.
- [3] Zanyar Mirzaei, Bryan T. Adey, Leo Klatter, and Paul D. Thompson, *Overview of existing bridge management system*, Bridge Management Committee, IABMAS, 2014.
- [4] Jong-Wan Sun and Kyung-Hoon Park, "Bridge Evaluation Method in Network-Level based on Risk and Value of

Bridges", *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, vol. 14, no. 6, pp. 83-90, 2014.

DOI: <http://dx.doi.org/10.9798/KOSHAM.2014.14.6.83>

- [5] Kyung-Hoon Park, Jae-Joon Song, and Yoon-Koog Hwang, "Bridge Management System considering Life-Cycle Cost and Performance of Bridges, *The Magazine of the Korean Society of Civil Engineers*, vol. 62, no. 6, pp. 10-15, 2014.
- [6] Sungwoo Moon, Sangdo Kim, and Mikyoung Park, "Application of a 3D graphic model for bridge maintenance", *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 12, no. 2, pp. 64-71, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2011.12.2.64>
- [7] Seokho Chi, "Big data analysis of unstructured documents and video images in the construction industry", *The Magazine of Korean Society of Civil Engineers*, vol. 64, no. 2, pp. 15-19, 2016.
- [8] Kyung-Hoon Park and Jong-Wan Sun, "Development of Real-time Bridge Inspection Application connected with Bridge Management System", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 16, no. 11, pp. 7893-7901, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.11.7893>

박 경 훈(Kyung-Hoon Park)

[정회원]



- 1998년 8월 : 한양대학교 대학원 토목공학과 (구조공학석사)
- 2006년 2월 : 한양대학교 대학원 토목환경공학과 (구조공학박사)
- 1999년 3월 ~ 2000년 2월 : 한양대학교 강사
- 2000년 3월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 구조융합연구소 수석연구원

<관심분야>

교량공학, 기반시설생애주기관리

선 종 완(Jong-Wan Sun)

[정회원]



- 2004년 2월 : 한양대학교 대학원 토목환경공학과 (구조공학석사)
- 2010년 8월 : 한양대학교 토목공학과 (구조공학박사)
- 2008년 8월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 구조융합연구소 연구원

<관심분야>

기반시설생애주기관리, 구조신뢰성